

# XXXIV Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española (Teruel, 29 febrero – 2 marzo 2016) ISBN 978-84-617-5240-9

## VEINTIÚN SIGLOS DE METEOROLOGÍA

Alejandro Roa Alonso <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>AEMET, C/ Leonardo Prieto Castro 8, Madrid, aroaa@aemet.es

Son tales los avances que se han producido en las últimas décadas del siglo XX y en lo que llevamos del XXI en cuanto al uso de potentes ordenadores y de sofisticados modelos numéricos, de creación y gestión de redes de comunicación globales, de almacenamiento masivo de datos, de obtención de medidas de las más diversas fuentes, incluyendo las se diría que infinitas suministradas por la enorme pléyade de satélites, que parecería que la ciencia meteorológica, como todas sus ciencias hermanas y primas, englobadas dentro de la Geofísica, fuera una creación de antes de ayer, como quien dice.

Sin embargo, como todas las ciencias y, en general, todas las ramas del conocimiento, la meteorología tiene una gran historia detrás, una historia a la que podemos acercarnos dando saltos temporales hacia atrás de siglo en siglo desde nuestro actual año 2016.

Un primer salto de casi cien años (98, para ser exactos) nos lleva directamente a dos de los mayores hitos de la ciencia meteorológica, coincidentes en el tiempo: por una parte, nos encontramos en 1918 en la apartada ciudad de Bergen, en Noruega, con un grupo de físicos, dirigido por el gran Vilhelm Bjerknes (1862-1951), de cuya escuela surgió al año siguiente uno de los textos más influyentes de la ciencia meteorológica de todos los tiempos, “*On the Structure of Moving Cyclones*”<sup>(1)</sup>, cuyo principal autor fue Jacob Bjernes (1897-1975), hijo de Vilhelm. En dicho artículo se describen por vez los frentes fríos y cálidos, entonces todavía llamados líneas de convergencia. Casi simultáneamente, el físico y matemático inglés Lewis Fry Richardson (1881-1953), destinado en Francia como conductor de ambulancias durante la Primera Guerra Mundial (o la Gran Guerra, como se la llamó hasta que hubo una aún mayor), trabajaba en un método para predecir el tiempo basado en ecuaciones diferenciales y en diferencias finitas, método que publicó poco después en su libro de 1922 “*Weather prediction by numerical process*”, y que es la base de los actuales métodos de predicción, con la inestimable ayuda de los modernos y potentísimos superordenadores, claro.

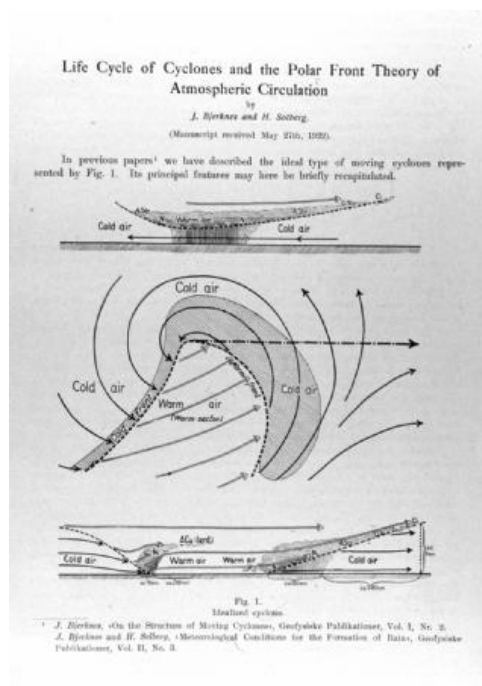


Fig. 1- El modelo frontal de la Escuela Noruega

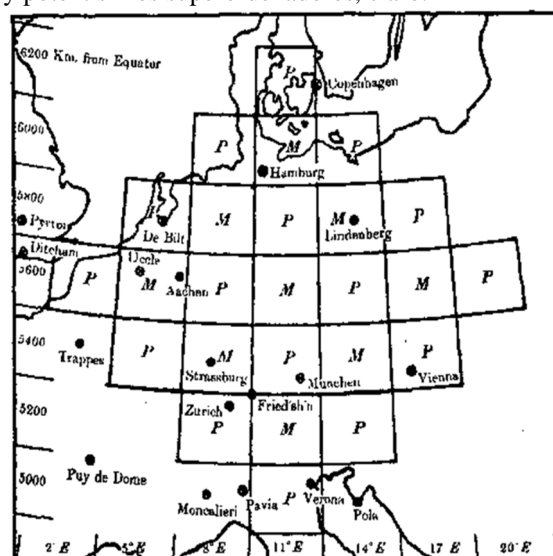


Figure 1.8 Forecast grid and observation stations for Richardson's experiment. (After Richardson 1922)

Fig. 2- Rejilla en la que hizo sus cálculos L. F. Richardson

Mientras estos importantísimos avances en la ciencia meteorológica tenían lugar en el norte y centro de Europa, en España comenzaba la verdadera organización del servicio meteorológico a cargo de José Galbis (1868-1952), el segundo director, tras la heroica etapa de Augusto Arcimís (1844-1910), el primero, autor de un modesto tratado sobre la materia y que había fallecido en abril de 1910. José Galbis, militar e ingeniero geógrafo, fue director durante once años, desde 1910 hasta 1921, del primero llamado Instituto y luego, desde 1911, Observatorio Central Meteorológico<sup>(2)</sup>. La extraordinaria energía y capacidad de organización del, primero comandante y desde 1915, teniente coronel Galbis, le hacen responsable de las primeras medidas aerológicas con globos piloto y globos sonda, de la creación de la red pluviométrica española y de la instalación del Observatorio de Izaña, lugar pionero desde hace justo un siglo en la investigación de la alta atmósfera. También fue Galbis el promotor de la creación de los Cuerpos de Meteorólogos y Auxiliares de Meteorología en 1913.

Otro salto de un siglo hacia atrás en el tiempo nos lleva hacia el año 1816, el famoso “año sin verano”, consecuencia de la explosión del volcán Tambora en Indonesia. Pero también nos lleva a otro concepto esencial y especialmente exitoso en meteorología: el primer mapa sinóptico, dibujado por el físico alemán Heinrich Wilhelm Brandes (1777-1834) en 1816 (o en 1820, según algunos autores) a partir de datos del 6 de marzo de 1783; datos que cubrían una zona similar a la de la rejilla de Richardson, la que correspondía en tiempos de Brandes, y un siglo después (y también dos, desgraciadamente), con las naciones más desarrolladas de Europa. Por este motivo se considera a Brandes el padre de la moderna meteorología sinóptica.<sup>(3)</sup>



Fig. 3- El primer mapa sinóptico, H.W. Brandes, 1816

Otro siglo más (o menos, mejor dicho) y nos encontramos con el Siglo de las Luces y con los grandes debates sobre la circulación atmosférica global, en las que participaron algunos de los mayores matemáticos del momento, tales como d'Alembert, Euler o Bernoulli, sin mucho éxito en ningún caso, pese a sus indudables capacidades.<sup>(4)</sup> En cambio, quien propuso una respuesta bastante correcta, al menos para una parte del problema, fue el abogado y meteorólogo aficionado George Hadley (1685-1758) en 1735, con su artículo “*Concerning the Cause of The General Trade Winds*”. En su honor, a la célula ecuatorial de la circulación general se le dio posteriormente el nombre de célula de Hadley.

Nos trasladamos otro siglo en el pasado y nos situamos en la Toscana, región italiana que durante los siglos XVI y XVII fue un lugar pionero en cuanto a avances artísticos y científicos, muy relacionados inicialmente. El más destacado representante de este gran desarrollo científico, a caballo entre ambos siglos, fue el pisano Galileo Galilei (1564-1642), considerado el padre (o uno de los padres) de la Ciencia moderna. Justamente hace 400 años, el 24 de febrero de 1616, la Inquisición Romana censuró la teoría copernicana, amonestó a Galileo y, el 1 de marzo, la Congregación del Índice prohibió una serie de libros relacionados con el heliocentrismo y suspendió la obra de Copérnico hasta su “corrección”.

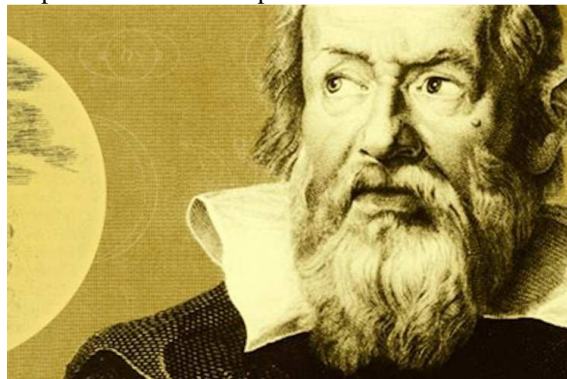


Fig. 4- Galileo Galilei, pionero de la moderna Ciencia

Entre las muchas invenciones de Galileo, y en relación con la meteorología, se encuentra el termoscopio, ideado hacia el año 1590. Uno de sus discípulos, Santorio Santorio, le añadió una escala en 1612 y con eso se inventó el termómetro, instrumento que inauguraba la era de la Ciencia meteorológica moderna. Treinta años después, en 1643, Evangelista Torricelli, también discípulo de Galileo, inventaba el barómetro.

Sin salirnos de la región de Toscana, retrocedemos otro siglo y nos encontramos con otro de los grandes genios universales de todos los tiempos, Leonardo da Vinci (1452-1519). Sus aportaciones abarcan todos los campos del arte, la ingeniería y la ciencia de su época, incluyendo, por supuesto, la meteorología. Además de sus muchos dibujos sobre fenómenos

meteorológicos, diseñó un anemómetro y un higrómetro mecánico que describe en el *Codex Atlanticus*, hacia el año 1500, entre otras invenciones.

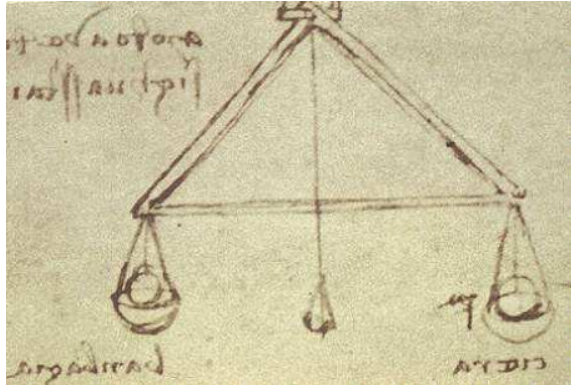


Fig. 5- Higrómetro basado en la lana, ideado por Nicolás de Cusa y dibujado por Leonardo da Vinci

Dicho higrómetro, basado en las propiedades de la lana, más pesada cuanto más húmedo está el aire en su entorno, realmente había sido teorizado cerca de otro siglo antes, hacia 1430, por el teólogo y filósofo alemán Nicolás de Cusa (1401-1462), natural de la ciudad de Kues (Cusa) en Renania-Palatinado y considerado el padre la filosofía alemana.<sup>(5)</sup>

Y aunque la Edad Media no fuera especialmente prolífica en avances científicos en general ni meteorológicos en particular, cien años antes de Nicolás de Cusa nos encontramos con la obra del inglés William Merle (¿?-a. 1347), rector de Driby, en Lincolnshire, que fue el primer autor de un registro meteorológico sistemático, entre enero de 1337 y enero de 1344<sup>(6)</sup>, *Consideraciones temperiei pro septem annis Christi*, (“Observaciones del tiempo durante siete años del Señor”); doscientos años antes lo hacemos con Roger Bacon (1214-1294), primero difusor de Aristóteles, incluyendo su tratado “Meteorológica” (o “Los Meteorológicos”, como también es conocido, al ser cuatro libros los que dedicó el sabio griego a esa temática), y más tarde crítico con él y con sus traductores, de los que opinaba que no entendían lo que escribían, lo que le llevó a ser un firme defensor del método experimental; y trescientos años antes, hacia mediados del siglo XII, precisamente nos tropezamos con la primera traducción al castellano del tratado de meteorología del citado Aristóteles, a cargo del italiano Gerardo de Cremona (1114-1187), dentro del ámbito de la llamada Escuela de Traductores Toledo.<sup>(7)</sup>

Este asunto de las traducciones de Aristóteles nos lleva a su vez al mundo árabe-islámico, en la época del máximo esplendor de dicha cultura, dando otro salto hacia atrás de un siglo. Ese es justamente el momento de Avicena, que es como se conoce en Occidente a Ibn Sina, uno de los más destacados científicos del mundo islámico. Natural de Afshana, en el actual Uzbekistán, vivió entre los años 980 y 1037. Escribió un tratado de Ciencias Naturales del

que dedicó seis libros a la meteorología. Ibn Sina fue conocido como el “Tercer Maestro”. El “Segundo Maestro” fue Al-Farabi, nacido en el actual Turkmenistán, que vivió un siglo antes, entre los años 872 y 950, y que tradujo al árabe las obras de Aristóteles, el “Primer Maestro”, incluyendo los “Meteorológicos”



Fig. 6- Avicena o Ibn Sina, el « Tercer Maestro »

Además del salto temporal, damos ahora un gran salto espacial, del Viejo al Nuevo Mundo, en la época en la que ambos aún no se habían “encontrado”, al menos oficialmente, y a principios del siglo IX nos encontramos con el esplendor de la cultura maya clásica, que tuvo su apogeo entre los años 300 y 900 d. C. Los mayas dominaban la ciencia de los calendarios, pero en meteorología estaban aún en la edad de los mitos. Entre el gran número de dioses relacionados con los fenómenos naturales<sup>(8)</sup>, Itzamná era el dios del cielo, del día y de la noche; Ixchel era la diosa de la luna y del arco iris; y Kulkulkán, nombre con el que los mayas conocían a Quetzalcóatl (la “serpiente emplumada”) era el dios de las tempestades, creador del mundo y de la humanidad, y uno de los dioses más importantes de mesoamérica.



Fig. 7- Kulkulkán, dios de las tempestades, creador del mundo y de la humanidad

Volviendo de nuevo al Viejo Mundo, concretamente a la parte europea, inmersa por entonces en la Alta (o Antigua) Edad Media, podemos citar un siglo antes, hacia el año 700, al británico Beda el Venerable (672-735), autor de un tratado titulado *De Natura Rerum*,



compendio de la ciencia conocida en su época, meteorología incluida. Otro siglo antes, entre los años 570 y 636, vivió San Isidoro de Sevilla, conocido sobre todo por sus *Etimologías*, pero que también escribió un tratado titulado igualmente *De Natura Rerum*, dedicado en su caso al rey godo Sisebuto, que reinó entre el 612 y el 621, hace justo 14 siglos. Como curiosidad, en la obra de San Isidoro aparecen los nombres de los vientos, pero considerada una rosa con 12 vientos, no con 16.

En el año 536 tuvo lugar la llamada Pequeña Edad del Hielo de la Antigüedad Tardía (LALIA, por sus siglas en inglés)<sup>(10)</sup>, que quizá se debió a la erupción de un volcán o al choque de un meteorito. El historiador bizantino Procopio de Cesarea (c. 500-c. 560) escribió en su informe sobre la guerra contra los vándalos: *“Durante este año tuvo lugar el signo más temible. Porque el Sol daba su luz sin brillo, como la Luna, durante este año entero, y se parecía completamente al Sol eclipsado, porque sus rayos no eran claros tal como acostumbra. Y desde el momento en que eso sucedió, los hombres no estuvieron libres ni de la guerra ni de la peste ni de ninguna cosa que no llevara a la muerte. Y sucedió en el momento en que Justiniano estaba en el décimo año de su reinado.”*

Pasando de Europa a Oriente Medio, a principios del siglo V, en pleno apogeo del Imperio Persa Sasánida (226-651), predominaba la visión astrológica de la meteorología, que tenía una larga tradición que, desde la antigua Caldea (Mesopotamia) se había difundido hacia Grecia, la India y Persia, que en el periodo sasánida desarrolló la doctrina de las grandes conjunciones.

Volviendo de nuevo a Europa, en la época final del Imperio Romano de Occidente, el 28 de octubre del año 312 el emperador Constantino I el Grande (272-337) derrotó a su hermano Majencio en el puente Milvio, junto a Roma. La noche anterior había divisado una señal en el cielo, una cruz luminosa sobre la que se leía “hoc signo victor eris” (por esta señal te verás victorioso). Hay quien opina que esa señal, el llamado crismón, que Constantino añadió al lábaro - el estandarte de las legiones romanas- en donde antes había un águila, pudo ser un halo solar como el de la foto. La historia, como suele decirse, “si non è vero è ven trovata”.<sup>(11)</sup>



Fig. 8- Constantino vio la cruz luminosa. Esta es la cruz luminosa que dicen que vio

Nos vamos ahora al Extremo Oriente, al tiempo que retrocedemos otro siglo. A principios del siglo III el Imperio Chino se encontraba en pleno apogeo bajo la dinastía Han (206 a. C. – 220 d. C.), cuando se definió la China actual, se abrió la ruta de la seda, se inventó el papel y se adoptó el confucianismo. Entonces China era la mayor potencia económica del mundo (y han hecho falta 1800 años para que vuelva a serlo, quizá para el año 2020). Fue una época de grandes avances en ciencias aplicadas y en matemáticas y astronomía. Y fue también la época de Zhuge Liang (181-234), conocido también como el “Dragón durmiente”, mítico estratega militar (y actualmente personaje de un famoso videojuego) que utilizaba la meteorología como un arma más, por ejemplo usando globos con luces arrastrados por el viento para iluminar de noche las posiciones del enemigo (12)

Continuando con nuestro veloz viaje espacio-temporal, volvemos por última vez a la parte occidental del Viejo Mundo, a principios del siglo II, para encontrarnos con Claudio Ptolomeo (100-170 d. C.). Natural de Ptolemaida, en Egipto, y de cultura greco-romana. Reconocido por la posteridad durante muchos siglos como la máxima autoridad en astronomía y geografía, Ptolomeo también escribió sobre meteorología, inevitablemente. Dentro de su tratado *Geografía* o *Atlas del Mundo* estableció una clasificación climática de siete clases, basándose tan solo en la insolación. Climas que, a su vez, determinaban unívocamente el carácter, como se puede apreciar con el siguiente fragmento:

*“Los pueblos que viven en los lejanos países del norte, entre el último de los siete climas y los confines del mundo habitado, al norte, la extrema lejanía del sol, respecto de la línea zenital, hace que si el aire sea frío y el cielo nubloso, por eso sus temperamentos se han vuelto fríos y sus humores, inmaduros; y así sus cuerpos son grandes, su color blanco, sus cabellos lacios, carecen de finura intelectual y de agudeza de ideas, domina en ellos la ignorancia y la estupidez, y en general, en ellos, la incapacidad y la indolencia.*

*Tal como los esclavos, los búlgaros y los pueblos vecinos”.*<sup>(13)</sup>

Y ya por último, para concluir con estos “veintiún siglos de meteorología” a los que nos hemos asomado saltando de siglo en siglo hacia el pasado, no podemos dejar de citar al romano Plinio el Viejo (23-79 d.C.), natural de Como, en el norte de Italia, y que escribió una inconclusa *Historia Naturalis*, compendio de toda la ciencia conocida en el siglo I de nuestra Era, deudora en enorme medida de Aristóteles, y que incluía, por supuesto, la ciencia meteorológica.

A Plinio el Viejo, lector y escritor incansable que “no leía nada sin hacer un resumen porque decía que no había libro, por malo que fuese, que no contuviera algún valor”, a decir de su sobrino Plinio el Joven, le impidió terminar su magna obra la erupción del volcán Vesubio, que en el año 79 de nuestra Era sepultó Pompeya y Herculano. Hay varias versiones sobre este asunto, pero creo que quedan bien resumidas en este texto<sup>(14)</sup>:

*“El Emperador Vespasiano, en el año 77 d.C. lo nombró [a Plinio] prefecto de la flota romana, cargo que le obligaba a estar en el puerto de Miseno. De ahí que, cuando estalló la erupción del Vesubio, que sepultó a Pompeya y Herculano bajo toneladas de la lava, en el año 79 d.C., fuera Plinio el Viejo quien estuviera encargado de las labores de rescate de los pobladores de las zonas afectadas. Debe decirse que esta misión la cumplió con enorme celeridad, evacuando por mar a la gente perseguida por la lava, pero entonces, el científico se impuso al oficial, y decidió aventurarse hacia la erupción, dispuesto a echar una miradita que pudiera enseñarle un poco más sobre aquel fenómeno natural, que quizás no tuviera una nueva oportunidad de estudiar. Nunca más regresó”.*

A Plinio el Viejo, desde el punto de vista médico, seguramente lo mató la combinación del asma crónica que padecía con el humo arrojado por el feroz Vesubio. Pero, desde otro punto de vista, podría decirse que, como al gato, al gran sabio y viajero romano lo mató la curiosidad. Una curiosidad científica que hombres de todos los tiempos y lugares han mantenido como una llama que se pasa de mano en mano a través de los siglos y de las naciones<sup>(15)</sup>, que no se perdió ni en las épocas consideradas más oscuras -pues ni es exclusivo de la Edad Media el que unos autores copiaran a otros sin entenderlos, ni tampoco en nuestra era el avance científico es continuo y sin sobresaltos; es más, la anticiencia campa en estos últimos tiempos a sus anchas y hasta es considerada como “progresista” en determinados ámbitos-. Y una llama que en el caso de la meteorología nos ha llevado desde los primitivos mitos sobre terribles dioses de las tormentas o las

escasamente fructíferas teorías sobre la influencia de los astros en los fenómenos meteorológicos, pasando por la observación sistemática y precisa de la naturaleza y por el cuestionamiento riguroso de sus mecanismos de funcionamiento, con ayuda de las técnicas matemáticas disponibles en los últimos siglos y de las modernas tecnologías propias de las últimas décadas, hasta el momento actual en el que los potentísimos ordenadores, los sofisticados modelos numéricos, las redes de comunicación globales y la masiva obtención y gestión de datos, incluyendo los se diría que infinitos suministradas por la enorme pléyade de satélites, nos pueden hacer creer, engañosamente, que respecto de la meteorología no sólo lo hemos inventado casi todo nosotros en el último medio siglo o así, sino que no debemos gran cosa a quienes nos precedieron. Esos grandes sabios de la meteorología y de otras ciencias, teóricos o prácticos, científicos, militares, religiosos, artistas, historiadores o, incluso, abogados; desde Plinio el Viejo, heredero a su vez de Aristóteles, hasta L. F. Richardson y los Bjerknes, pasando por Claudio Ptolomeo, Zhuge Liang, Procopio de Cesarea, San Isidoro, Beda el Venerable, Al-Farabi, Ibn Sina, Gerardo de Cremona, Roger Bacon, William Merle, Nicolás de Cusa, Leonardo da Vinci, Galileo Galilei y sus discípulos, George Hadley, H. W. Brandes y tantos otros que aquí no ha habido espacio para citar, y sin los cuales no habría ciencia meteorológica alguna.



Fig. 9- Erupción del Vesubio vista desde Portici, por Joseph Wright (c. 1774-6)

\*\*\*\*\*

#### Referencias:

- (1) Puigcerver, M., “La Escuela Noruega de Meteorología: una ojeada retrospectiva”, *Acta Geológica Hispana*, t. 14, págs. 54-49 (Se puede consultar en la web Divulgameteo en la dirección <http://www.divulgameteo.es/uploads/Escuela-Noruega.pdf>)
- (2) Roa, A., “Cinco directores de la meteorología española”, <http://www.divulgameteo.es/uploads/Cinco-directores.pdf>
- (3) Sáenz, J., “Cronología de la meteorología dinámica”, <http://hedatuz.euskomedia.org/6562/1/04253281.pdf>

- (4) Pelkowski, J., "El certamen de 1746 acerca de la causa de los vientos generales" (Disponible en Divulgameteo: <http://www.divulgameteo.es/uploads/Certamen-1746.pdf>)
- (5) "Hygrometer: Leonardo da Vinci's Weather Predictions" <http://hubpages.com/education/Hygrometer-Leonardo-da-Vincis-Weather-Predictions>
- (6) "William Merle, Consideraciones Tempierei" <http://www.dmlbs.ox.ac.uk/exhibition/gallery/william-merle-consideraciones-temperiei>
- (7) Palomares, M., "Traducción de *Los Meteorológicos* de Aristóteles en el Toledo del siglo XII", Divulgameteo <http://www.divulgameteo.es/uploads/Meteorol%C3%B3gica-Arist%C3%B3teles.pdf>
- (8) López-Rey, D., "Dioses meteorológicos mayas", Tutiempo.net <http://www.tutiempo.net/meteorologia/articulos/dioses-meteorologicos-mayas.html>
- (9) Lorente, J.M., "Los nombres de los vientos según San Isidoro", disponible en Divulgameteo <http://divulgameteo.es/uploads/Vientos-San-Isidoro.pdf>
- (10) "Una pequeña edad de hielo pudo cambiar la historia de la Antigüedad", El País [http://elpais.com/elpais/2016/02/08/ciencia/1454942821\\_371470.html](http://elpais.com/elpais/2016/02/08/ciencia/1454942821_371470.html)
- (11) Pelayo, J.L., "Meteorología e historia: Hoc signo victor eris" <http://ojaizmet.blogspot.com.es/2011/12/meteorologia-e-historia.html>
- (12) "Zughe Liang el estratega invencible", MundoHistoria magazine [http://www.mundohistoria.org/temas\\_foro/historia-la-edad-antigua/zhuge-liang-estratega-invencible](http://www.mundohistoria.org/temas_foro/historia-la-edad-antigua/zhuge-liang-estratega-invencible)
- (13) Tinoco, A., "El determinismo geográfico y la geografía árabe medieval. Al-Andalusi y Ibn Jaldun", Geoenseñanza <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/40238/1/articulo1.pdf>
- (14) "La muerte de Plinio el Viejo", Siglos Curiosos <http://sigloscuriosos.blogspot.com.es/2008/01/la-muerte-de-plinio-el-viejo.html>
- (15) Pascual, J.L., "Desarrollo cronológico de la meteorología antigua" <http://www.divulgameteo.es/uploads/Desarrollo-meteorolog%C3%ADa-antigua.pdf>